

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-032347

(43)Date of publication of application : 25.02.1983

(51)Int.Cl.

H01J 37/26  
H01J 37/147  
H01J 37/252

(21)Application number : 56-130617

(71)Applicant : JEOL LTD

(22)Date of filing : 20.08.1981

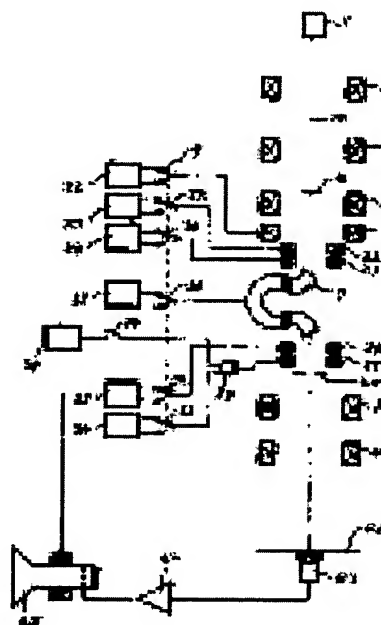
(72)Inventor : OIKAWA TETSUO

## (54) TRANSMISSION-TYPE ELECTRON MICROSCOPE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an image with a good quality without causing any vacuum trouble, and rapidly carry out the change-over of a transmitted image, which is to be observed, by turning on and off an exciting power source, and providing an alignment electron-ray deflecting means on the incidence side and the discharge side of an analyzer.

**CONSTITUTION:** In observing a usual transmitted electron-microscope image, a change-over switch 36 is connected to the off side, a switch 37 is turned off, and a slit 40 is removed. Electron rays discharged from an electron gun 1, after passing through a sample 4, an objective lens 5, a lens 6 and an intermediate lens 8, is imaged upon a fluorescent plate 42 by means of a projection lens 41. In obtaining a transmitted image of a sample by means of an ù type electron-ray analyzer 7, the change-over switch 36 is switched to the connected state. In addition, a slit 40 is located, and the switch 37 is left to be in a off state. Electron rays discharged from the electron gun 1 are imaged upon the plate 42 through the sample 4, the lens 5, the analyzer 7, the slit 40, the lens 8 and the lens 41. Thus, the change-overs can be carried out rapidly by switching the switches 36 and 37 without causing any trouble on the vacume seal, and without mechanically moving the analyzer 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭63-40019

⑬ Int. Cl.

H 01 J 37/26  
37/05  
37/147

識別記号

庁内整理番号

7013-5C  
7013-5C  
A-7013-5C

⑭ 公告 昭和63年(1988)8月9日

発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 透過型電子顕微鏡

⑯ 特 願 昭56-130617

⑰ 公 開 昭58-32347

⑱ 出 願 昭56(1981)8月20日

⑲ 昭58(1983)2月25日

⑳ 発 明 者 及 川 哲 夫 東京都昭島市中神町1418番地 日本電子株式会社内  
㉑ 出 願 人 日本電子株式会社 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号  
㉒ 審 査 官 伊 坪 公 一

1

## ㉓ 特許請求の範囲

1 試料4及び対物レンズ5を透過した電子線をオメガ型電子線アナライザーに導き、光軸上に挿脱可能なスリット40を介して特定のエネルギーを有する電子線のみを取り出し、該取り出された電子線を中間レンズ8及び投影レンズ41を介してスクリーン42上に投射する機構を有する透過型電子顕微鏡において、その電子線入射端と出射端が光軸上10に位置するように固定されたオメガ型電子線アナライザー7と、該アナライザーの励磁電源31と、該励磁電源をオンオフするための切換スイッチ36と、前記対物レンズと該アナライザーとの間に設けられた補助レンズ6と、前記アナライザー電源がオンの場合に対物レンズを経た電子線を前記入射端に集束させアナライザー電源がオフの場合に該電子線のある開き角で中間レンズへ導くように予め設定された2通りの励磁電流を供給し得る補助レンズ電源26と、前記アナライザーの入射側に設けられた第1の偏向器22, 23と、前記アナライザー電源がオンの場合とオフの場合にアナライザーに入射する電子線を軸合わせするために必要な予め設定された2通りの偏向信号を第1の偏向器に供給する第1の偏向電源27, 28と、該アナライザーの出射側に設けられた第2の偏向器24, 25と、前記アナライザー電源がオンの場合とオフの場合にアナライザーを出射した電子線を軸合わせするために必要な予め設定された2通りの偏向信号を第2の偏向器に供給し得る第2の偏向電源29, 30と、前記補助レンズ電源及び第1、第2偏向電源の出力

2

を前記切換えスイッチ36の切換えに連動して切り換えるための手段9, 32, 33, 34, 35を備えることを特徴とする透過型電子顕微鏡。

## 発明の詳細な説明

5 本発明はオメガ型電子線エネルギーアナライザーを備えた透過型電子顕微鏡に関する。  
近時、電子線のエネルギー分散経路が $\Omega$ (オメガ)状をしているオメガ型電子線エネルギーアナライザーが透過型電子顕微鏡に装着され、エネルギーフィルターされた透過電子線に基づく像を得るために使用されている。このオメガ型電子線アナライザーは分散能が大きい長所を有するが、アナライザーの電子線入射方向と出射方向とが一直線上に位置するような構造となつているため、オメガ型電子線アナライザーを備えた従来の透過型電子顕微鏡においては、得ようとする像をアナライザーによつてエネルギーフィルターされた電子線に基づく透過像とアナライザーを経ない電子線に基づく通常の透過像との間で切り換えるには、アナライザーを機械的に移動又は回転させて光軸上に配置したり、光軸から外したりしていた。このような機械的な移動又は回転は大気側からの機械的操作によつて行なわれるため真空シール上でトラブルを起こし易く、又、アナライザーを光軸上に配置させる際の位置の再現性が不充分のため、良質な透過像が得られない場合があり、更には上記切換えを迅速に行うことができなかった。

本発明はこのような従来装置の欠点を解決し、真空トラブルがなく、常に良質の像が得られ、通常の透過像とエネルギーフィルターされた電子線

3

に基づく透過像との間で得ようとする透過像を切り換えるに際して、その切り換えを迅速に行い得る透過型電子顕微鏡を提供することを目的としている。

そのため本発明は、試料4及び対物レンズ5を透過した電子線をオメガ型電子線アナライザーに導き、光軸上に挿脱可能なスリット40を介して特定のエネルギーを有する電子線のみを取り出し、該取り出された電子線を中間レンズ8及び投影レンズ41を介してスクリーン42上に投射する機構を有する透過型電子顕微鏡において、その電子線入射端と出射端が光軸上10に位置するように固定されたオメガ型電子線アナライザー7と、該アナライザーの励磁電源31と、該励磁電源をオンオフするための切換スイッチ36と、前記対物レンズと該アナライザーとの間に設けられた補助レンズ6と、前記アナライザー電源がオンの場合に対物レンズを経た電子線を前記入射端に集束させアナライザー電源がオフの場合に該電子線のある開き角で中間レンズへ導びくように予め設定された2通りの励磁電流を供給し得る補助レンズ電源26と、前記アナライザーの入射側に設けられた第1の偏向器22、23と、前記アナライザー電源がオンの場合とオフの場合にアナライザーに入射する電子線を軸合わせするために必要な予め設定された2通りの偏向信号を第1の偏向器に供給する第1の偏向電源27、28と、該アナライザーの出射側に設けられた第2の偏向器24、25と、前記アナライザー電源がオンの場合とオフの場合にアナライザーを出射した電子線を軸合わせするために必要な予め設定された2通りの偏向信号を第2の偏向器に供給し得る第2の偏向電源29、30と、前記補助レンズ電源及び第1、第2偏向電源の出力を前記切換スイッチ36の切換えに連動して切り換えるための手段9、32、33、34、35を備えることを特徴としている。

以下、図面に基づき本発明の実施例を詳述する。本発明の一実施例を示す第1図において、1は電子銃、2、3は各々第1段及び第2段の収束レンズ、4はこれら収束レンズ2、3によつて収束された電子線が照射される試料、5は対物レンズ、6はオメガ型電子線アナライザー7が動作しない際に対物レンズ5によつて結像された電子線

4

を収束して中間レンズ8に導くと共にオメガ型電子線アナライザー7が動作する際には対物レンズ5を経た電子線をオメガ型電子線アナライザー7の入射端に収束して入射せしめる役割をするレンズであり、従つてレンズ6には切り換えスイッチ9の切り換えによつて電源26より上記2通りのレンズ状態に対応して予め設定された電流が供給される。オメガ型電子線アナライザー7はその電子線入射端と電子線出射端が光軸10上に位置するように固定して取り付けられている。第2図はオメガ型電子線アナライザー7を拡大して示したもので、このアナライザーは銅等の非磁性材料で形成された11a、11b、11cを有している。管11aは通常の電子線透過像を得る場合の電子線通路となる管であり、11bは電子線をエネルギー分散させる場合の電子線通路となる管であり、これら両管は連通されている。11cはこれら両管を真空ポンプに接続するための管である。管11aの上端はリング12によつて真空シールされて対物レンズ側のライナーチューブ(図示せず)に接続されており、管11aの下端はリング13によつて真空シールされ、中間レンズ側のライナーチューブ(図示せず)に接続されている。略扇形の一对の磁極14が紙面と平行に管11bを挟むようにして取り付けられている。磁極15は磁極14と同様の一对の磁極である。ドーナツ状の一部を成す如き一对の磁極16も管11bを挟んで取り付けられている。(但し図面には対の一方のみが示されている。)磁極14と15をその励磁コイルに励磁電流を供給して磁化すると、これら両磁極間隙には第2図において紙面の裏側から表側に向う紙面に垂直な磁場Haが発生し、又一对の磁極16により紙面の表側から裏側に向う磁場Hbが発生する。従つてアナライザー7に励磁電流が供給されていると光軸10に沿つて飛行して来た電子線は軌道を曲げられて管11bに沿つて飛行し、その間に電子線はエネルギーに応じて分散される。上述した磁極14と16、15と16は非磁性材料で形成されたスペーサー17、18を介して一体的に接続されており、磁極のわずかな位置ずれも生じないようになっている。尚、19、20、21は各々磁極14、15、18のヨークを表わしている。第1図に示すようにアナライザー7の電子線入射側に

5

はアライメント用の2段偏向コイル22, 23が配置されており、又アナライザー7の出射側にもアライメント用の2段偏向コイル24, 25が備えられている。これらコイル22, 23には各々電源27, 28より切り換えスイッチ32, 33を介して励磁電流が供給される。同様にコイル24には切り換えスイッチ34を介して電源29よりの励磁電流が供給される。又コイル25には加算回路38よりの励磁電流が供給される。加算回路38はスイッチ37がオンの時に走査信号発生回路39より供給される鋸歯状の走査信号と励磁電源30よりのアライメント用励磁電流を加算するもので、スイッチ37がオフの時は、コイル25にはアライメント用の励磁電流のみが供給される。31は前記アナライザーの電源であり、スイッチ36が実線のような接続状態にある場合のみ電源31よりの励磁電流がアナライザー7に供給される。電源27, 28, 29, 30の各々は電源26と同様に2種の励磁電流を供給する。第1種の励磁電流はアナライザー7を励磁しない場合に電子線をアライメントする様各々コイル22, 23, 24, 25に供給する電流であり、第2種の励磁電流はアナライザー7を励磁した場合に電子線をアライメントする様これらコイルに供給する電流である。これら特定の電流値は予め上記2つの場合における調整によつて設定されている。切り換えスイッチ32, 33, 34, 35はこれら2種の励磁電流を選択するためのもので、これらスイッチはスイッチ9と同様アナライザー電源31のスイッチ36と連動するようになってい

る。40はアナライザー7によつてエネルギー分散された電子線のうち特定のエネルギーを有する電子線のみ選択通過させるためのスリットであり、41は投影レンズ、42は螢光板である。43は電子線検出器、44は増幅器、45は走査信号発生器39よりの走査信号が供給される陰極線管である。

このような構成において、通常の透過電子顕微鏡像を観察しようとする場合には、切り換えスイッチ36を点線のようにオフ側に接続し電源31

6

スイッチ37はオフ(開状態)にしておき、更にスリット40を除いておく。その結果、電子銃1よりの電子線は試料4を透過した後、対物レンズ5によつて結像され、更に中間レンズ8に適切な開き角で入射するようにレンズ6によつて再収束される。中間レンズ8を経た電子線は投影レンズ41によつて螢光板42上に終結像される。この際、偏向コイル22は第3図に示すようにアナライザー7の残留磁場の影響でその軸Cが光軸10からずれてしまった電子線を、その軸Cが偏向コイル23の位置で光軸10に交じわるように偏向し、更に偏向コイル23は電子線の軸Cが光軸に沿うように振り戻すような偏向を行う。偏向コイル24, 25も同様の働きをするため、電子線はアナライザーの残留磁場によつて軸外にずれてしまうことなく、螢光板42上には試料の透過像が形成される。

次に、オメガ型電子線アナライザー7によつて選択された特定のエネルギーを有する透過電子線に基づいて試料の透過像を得ようとする場合には、切り換えスイッチ36を実線のような接続状態になるように切り換える。この切り換えに連動してスイッチ9, 32, 33, 34, 35が実線で示す接続状態に切り換えられる。更にスリット40を第1図に示す位置に配置せしめる。又この時スイッチ37はオフのままにしておく。

その結果、電子銃1からの電子線は試料4を透過した後、対物レンズ5によつて集束され、更にレンズ6によつてアナライザー7の入射端に集束される。この際、偏向コイル22, 23はアナライザー7を励磁した際に電子線が光軸に沿つてアナライザー7の入射端の中央に入射するように電子線を偏向する。一方、アナライザー7に電源31からの励磁電流が供給されるため、アナライザー7の一对の磁極14で挟まれた領域と一对の磁極15で挟まれた領域には、前述したように第2図においてHaで示す紙面の裏側から表側に向かう磁界が発生し、又、一对の磁極16で挟まれた領域にはHbで示す紙面の表側から裏側に向かう磁界が発生する。従つて、電子銃1からの電子線には磁界Haに基づくローレンツ力が働き、電子線は時計回りの運動を行い、次いで磁界Hbによるローレンツ力により反時計回りの運動を行い、最後に磁界Haにより時計回りの運動を行うこと

7

により、管 11b を通つてアナライザー 7 の出射端より出射する。アナライザー 7 によつてエネルギー分散された電子線はアナライザー 7 の分散面にそのエネルギーに応じて異つた位置に結像するが、その際選択的に取り出そうとするエネルギーを有する電子線のみがスリット 40 を通過して後段のレンズ系に正しく導かれるように電子線はコイル 24, 25 によつて偏向される。スリット 40 を通過した特定のエネルギーを有する電子線は中間レンズ 8, 投影レンズ 41 を介して螢光板 42 上に結像され、螢光板 42 上には特定のエネルギーを有する透過電子線に基づく試料像が形成される。

上述した本発明においては、アナライザー 7 の機械的移動を伴わずに、スイッチの切り換えによつて形成される透過像を通常の透過像とエネルギー選択された電子線に基づく像との間で真空シール上のトラブルなく且つ迅速に切り換えることができる。又、本発明の装置においてはアナライザーが固定されているため位置ずれが生ずることが無く安定した線が得られる。

更に又、上述した装置においてスイッチ 9, 32, 33, 34, 35, 36 が実線のように接続されている状態で、スリット 40 を取り除き、中間レンズ 8, 投影レンズ 41 の倍率を試料像を得る場合より小さな値に設定すれば、螢光板 42 上にはアナライザー 7 の分散面のスペクトル像が拡大して映し出される。そこで螢光板 42 を除き、スイッチ 37 を閉じれば鋸歯状の走査信号が加算回路 38 を介してコイル 29 に供給され、前記スペクトル像は螢光板 42 の位置で走査信号に従つて振動する。従つて検出器 43 にはスペクトルを電気信号に変換した検出信号が発生するが、この

8

信号は走査信号発生回路 39 より走査信号が供給されている陰極線管 45 へ供給されるため、陰極線管 45 には第 4 図に示すような透過電子線のスペクトル強度を表わす信号が表示される。

従つて本発明に基づく装置においては、アライメント用の偏向コイルを電子線スペクトル信号を陰極線管等に表示するための走査コイルとして使用することができる。

上述した実施例は本発明の一実施例に過ぎず、実施にあつては他の態様もとて得る。

例えば上述した実施例においてはアライメント用の偏向コイルをオメガ型電子線アナライザーの入射端側及び出射端側においていずれも 2 段階ずつ備えるようにしたが、電子線のずれが小さい場合には、1 段階ずつの偏向コイルでも良く、このような偏向コイルに代えて静電偏向板を用いても良い。

#### 図面の簡単な説明

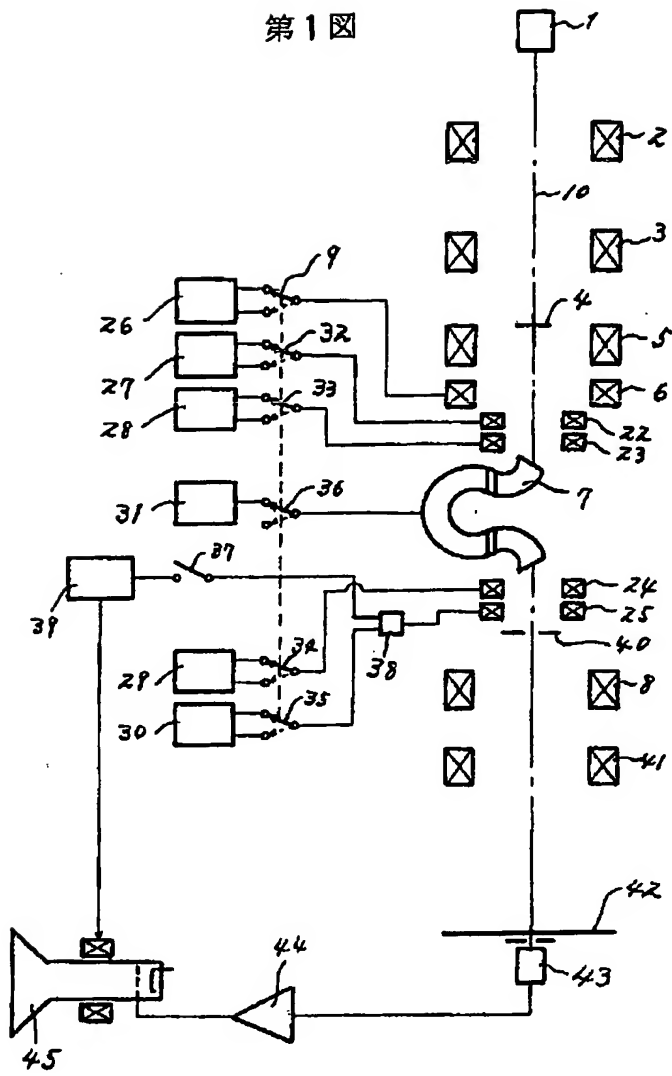
第 1 図は本発明の一実施例を示すための図、第 2 図はオメガ型電子線アナライザーを説明するための図、第 3 図はアライメント用のコイル 22, 23 の作用を説明するための図、第 4 図は陰極線管に表示された電子線のエネルギースペクトル像を示すための図である。

1: 電子銃、2, 3: 収束レンズ、4: 試料、5: 対物レンズ、6: レンズ、7: オメガ型電子線アナライザー、8: 中間レンズ、9, 32, 33, 34, 35, 36, 37: 切り換えスイッチ、10: 光軸、22, 23, 24, 25: 偏向コイル、26~31: 電源、38: 加算回路、39: 走査信号発生回路、40: スリット、41: 投影レンズ、42: 螢光板、43: 電子線検出器、45: 陰極線管。

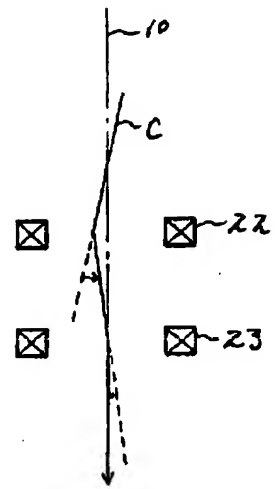
第 4 図



第1図



第3図



第2図

